

La 1^{ère} journée des Doctorants du LARIS, Université d'Angers

Jeudi 21 Juin 2018 de 8h45 à 15h25 | Amphi E | IstiA



Programme

08h45 : Ouverture de la journée par le directeur du laboratoire.

09h00-10h00 : Présentations orales

- 9h00-9h20: **TIDRIRI Khaoula** (3^{ème} année)
« *Fusion de décisions dédiée à la surveillance des systèmes complexes* »
- 9h20-9h40: **SOHOIN Rodrigue** (3^{ème} année)
« *Définition d'une méthodologie d'estimation de fiabilité et de qualification de systèmes mécanique en phase de développement* »
- 9h40-10h00: **VERHULST Eulalie** (3^{ème} année)
« *Environnements virtuels pour l'évaluation des fonctions exécutives : nécessité d'une approche singulière* »

10h00-10h45 : Pause-Café et session Poster

- **TRAON Christelle** (4^{ème} année) : Emplacement 1
« *La place d'une démarche qualité intégrée type "RSE" dans les universités après le passage aux "RCE" »* »
- **BENSAID AMRANI Nabil** (3^{ème} année) : Emplacement 2
« *Évaluation de la fiabilité prévisionnelle des systèmes mécatroniques avec la prise en compte des incertitudes* »
- **KOSSONOU YAO TAKY Alvarez** (2^{ème} année) : Emplacement 3
« *Caractérisation de la texture d'images multispectrales de cellules sanguines en microscopie optique : application au diagnostic du paludisme* »
- **HILAL Mirvana** (1^{ère} année) : Emplacement 4
« *Étude de la texture des images à partir de mesures d'entropie* »
- **AZAR Thérèse** (1^{ère} année) : Emplacement 5
« *Développement de stratégie de commande pour les systèmes décrits par les équations aux dérivées partielles* »
- **MOUNEY Franck** (1^{ère} année) : Emplacement 6
« *Analyse et classification de données biomédicales issues d'un capteur connecté* »
- **MJALLAL Ibrahim** (1^{ère} année) : Emplacement 7
« *Phase change materials based cooling technique of different types of electronic packaging* »

Les doctorants du LAMPA : Samory Houzangbe, Charles Mille et Vincent Argoud seront aux emplacements 8, 9 et 10

10h45-12h45 : Présentations orales

- 10h45-11h05: **EL SAYED HUSSEIN JOMAA Mohamad** (2^{ème} année)
« *Signal Processing of EEG Signals in children with Epilepsy* »
- 11h05-11h25: **GILLARD Nicolas** (2^{ème} année)
« *Information quantique pour le traitement du signal et des images* »
- 11h25-11h45: **LAI Aiwen** (2^{ème} année)
« *Identification and diagnosis of discrete-event systems* »
- 11h45-12h05: **SAMIEI Salma** (1^{ère} année)
« *Low-cost imaging, computer vision, and machine learning for the characterization of plants in individual and canopy scales* »
- 12h05-12h25: **DOUARRE Clément** (1^{ère} année)
« *Imagerie embarquée pour les plantes* »
- 12h25-12h45: **DEBS Noëlie** (1^{ère} année)
« *Machine learning appliqué à la prédiction de la lésion de l'AVC ischémique* »

13h00-14h20 : Repas Buffet (salle E24)

14h25-15h25 : Présentations orales

- 14h25-14h45 : **HANNOUCH Aziza** (1^{ère} année)
« *Neonate Bioheat and Mass Transfer in Closed Incubator* »
- 14h45-15h05 : **JAMIN Antoine** (1^{ère} année)
« *Contribution à l'étude des capacités motrices et cognitives des personnes âgées par traitement de données multivariées* »
- 15h05-15h25 : **GAC Pierre** (1^{ère} année)
« *Conception et évaluation d'environnements virtuels pédagogiques: Application à la formation professionnelle* »

Fusion de décisions dédiée à la surveillance des systèmes complexes.

(Dir. de thèse: T. TIPLICA; co-encadrants: S. VERRON, N. CHATTI)

Résumé de la présentation orale :

De nos jours, les systèmes sont devenus de plus en plus complexes. Ceci s'explique par la modernisation croissante, la forte compétitivité ainsi que les exigences de performances associées, notamment les exigences de sûreté de fonctionnement (fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sécurité) qui ne cessent de croître, devenant de véritables enjeux. Tout cela induit la nécessité de développer de nouvelles approches de surveillance permettant de rendre compte de l'état du système à chaque instant, en détectant, en diagnostiquant et en prédisant des défauts qui peuvent survenir lors de son fonctionnement. Ces défauts peuvent non seulement dégrader les performances du système mais aussi avoir de graves conséquences sur la sécurité des personnes ainsi que de lourds impacts sur l'environnement.

Ces dernières années, on s'est intéressé de plus en plus à l'intégration de méthodes et à la fusion de décisions. En effet, il paraît judicieux de développer des approches hybrides exploitant les méthodes à base de modèle et de données, par l'élaboration d'un cadre commun permettant la fusion des différentes approches de surveillance [1] [2].

Notre travail s'inscrit dans ce contexte et se décline sous la forme d'une approche générique de fusion de diverses méthodes de surveillance, dont la performance serait meilleure que celles des méthodes individuelles la composant. Pour cela, nous avons proposé une nouvelle démarche de fusion de décisions, basée sur la théorie Bayésienne. Cette démarche s'appuie sur l'utilisation d'un Réseau Bayésien naïf dont les paramètres sont déduits en fonction des objectifs de performance à atteindre en surveillance. Le développement conduit à un problème multi-objectif sous contraintes, qui est résolu avec une approche lexicographique. Cette méthodologie est adaptée et appliquée d'une part à la détection et au diagnostic, et d'autre part au pronostic [3] [4].

Les performances de la fusion de décisions sont évaluées en termes de taux de diagnostic de défauts (FDR) et de taux de fausses alarmes (FAR) pour l'étape de détection et de diagnostic, et en durée de fonctionnement avant la défaillance du système (RUL) pour le pronostic.

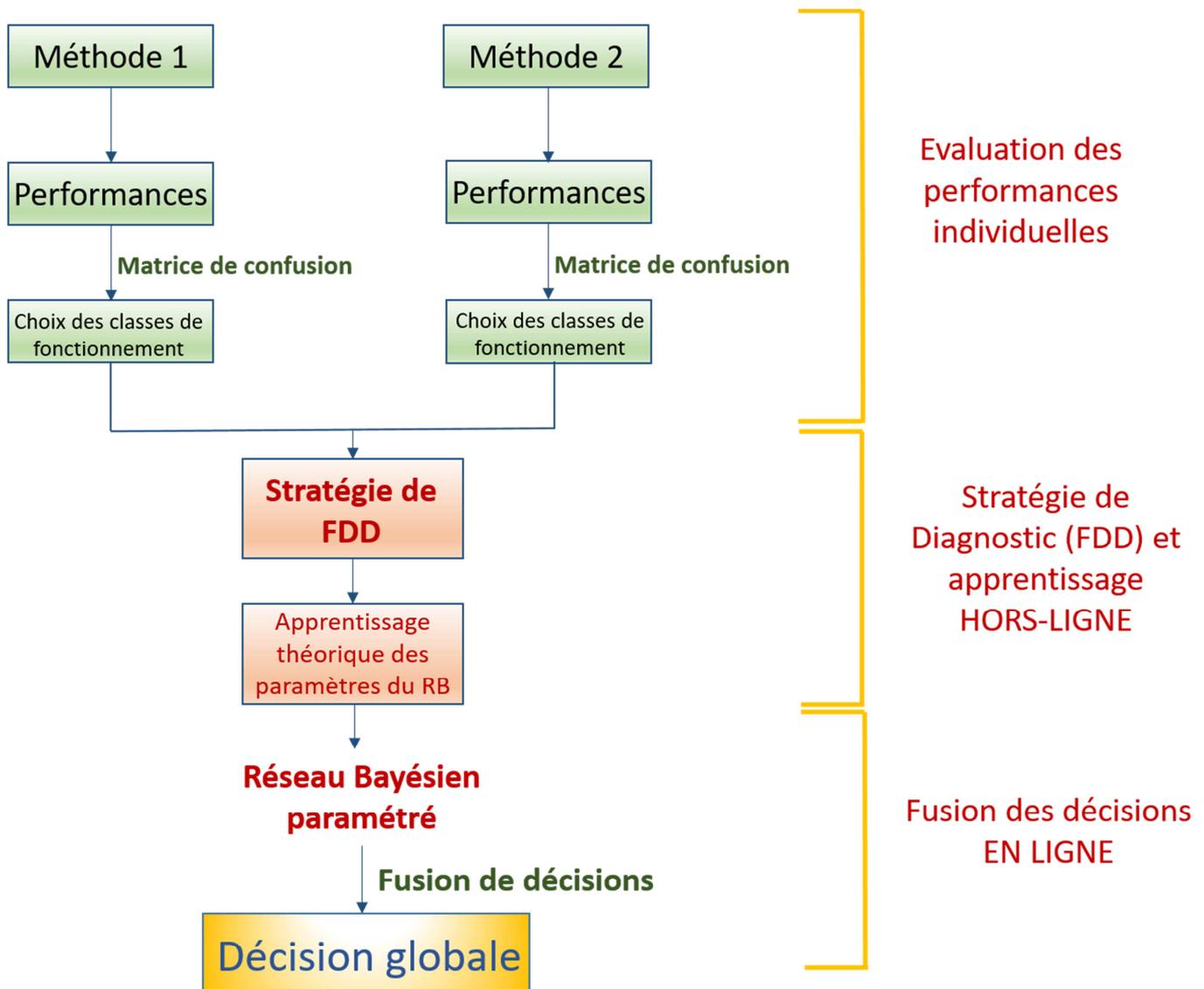
En plus des résultats remarquables en surveillance, l'originalité et l'intérêt scientifique de l'approche proposée sont nombreux. Tout d'abord, elle fournit un cadre générique et une méthodologie théorique qui s'affranchissent des contraintes spécifiques aux méthodes de surveillance. En effet, le RB proposé n'est pas dédié à des applications particulières et répond ainsi au principal obstacle rencontré lors du développement d'approches fusionnant plusieurs méthodes.

Ensuite, l'approche proposée applique une stratégie efficace pour combiner les résultats individuels une fois qu'ils sont disponibles à partir de diverses méthodes. Par conséquent, elle surmonte la difficulté de connaître et de combiner différentes théories et concepts spécifiques à chaque méthode de surveillance. Enfin, le cadre n'exclut aucune méthode de surveillance, qu'elle soit basée sur les données ou sur les modèles, permettant l'utilisation d'une variété de sources

d'information telles que les données historiques, les modèles mathématiques, les relations causales, etc.

Références:

- [1] V. Venkatasubramanian, R. Rengaswamy, K. Yin et S. N. Kavuri, «A review of process fault detection and diagnosis : Part i : Quantitative model-based methods,» *Computers & chemical engineering*, p. 293–311, 2003.
- [2] K. Tidriri, N. Chatti, S. Verron et T. Tiplica, «Bridging data-driven and model-based approaches for process fault diagnosis and health monitoring : A review of researches and future challenges.,» *Annual Reviews in Control*, p. 63–81, 2016.
- [3] K. Tidriri, T. Tiplica, N. Chatti et S. Verron, «A Generic Framework for Decision Fusion in Fault Detection and Diagnosis,» *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2018.
- [4] K. Tidriri, N. Chatti, S. Verron et T. Tiplica, «Model-based Fault Detection and Diagnosis of Complex Chemical Processes: A case study of the Tennessee Eastman Process,» *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 2018.



Définition d'une méthodologie d'estimation de fiabilité et de qualification de systèmes mécanique en phase de développement.

Dir. de thèse: F. GUERIN; co-encadrants: A. EL HAMI (LOFIMS /INSA - Rouen), H. RIAHI, D. ATTAFF (FAURECIA)

Abstract :

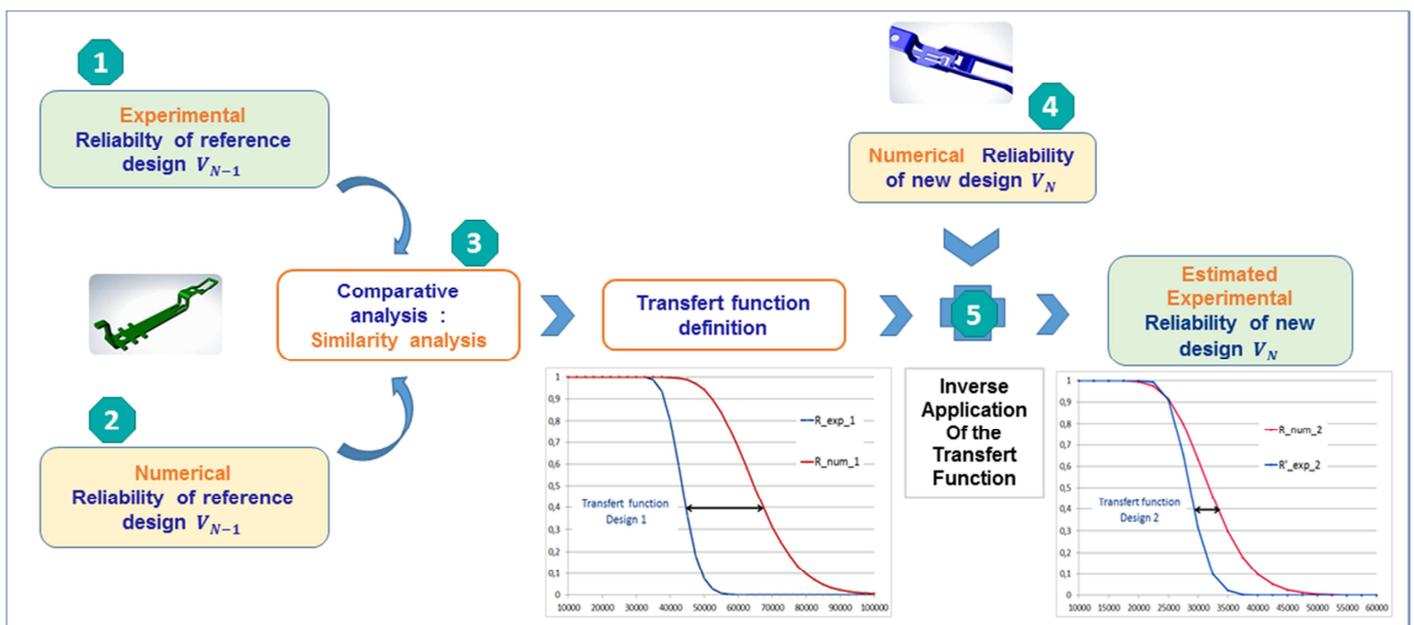
A novel approach based on meta-modeling technique and time transformation function for reliability analysis of upgraded automotive components.

Early reliability estimation of upgraded automotive components is still a challenging task. The paper presents a novel approach to avoid accelerated lifetime testing. The key idea is to combine reliability analysis based on efficient surrogate models and time transformation function principle. The surrogate model, built using dimensional decomposition method and projection throughout a Lagrange polynomial basis, is used to substitute a time consuming implicit formulation initially used to compute the fatigue lifetime.

The time transformation function is represented by a parametric power law model where the corresponding parameters are obtained through statistical analysis based on both numerical and experimental reliability results of a reference design. The reliability of an upgraded design is easily obtained by applying the time transformation function on the reliability estimations given by performing Monte-Carlo simulations on the surrogate model corresponding to the upgraded design. An application to a mechanical component, used in car seats, clearly illustrates the efficiency and the accuracy of the proposed approach.

Keywords:

Early reliability analysis, Dimensional decomposition method, Monte-Carlo simulations, Time transformation function, Accelerated lifetime testing, Automotive components.



VERHULST, Eulalie

Environnements virtuels pour l'évaluation des fonctions exécutives : nécessité d'une approche singulière.

(Dir. de thèse: P. RICHARD; co-encadrants: P. ALLAIN (CHU Angers), F. BANVILLE (Univ. de Montréal))

Résumé de la présentation orale :

La réalité virtuelle (RV) est une simulation informatique dans laquelle un individu peut interagir à l'aide de techniques d'interaction 3D. Celles-ci peuvent être caractérisées par trois termes : la navigation, la sélection et la manipulation/contrôle d'application (Jankowski et Hachet, 2013). La navigation est une tâche implémentée dans une grande majorité des environnements virtuels (EV) pour permettre à l'individu de se déplacer dedans tout en pouvant faire varier l'orientation du point de vue (ie *steering*) (Bowman et al., 2001). Le contrôle du point de vue est une tâche essentielle permettant de se déplacer dans la direction désirée (Liu et al., 2013).

Les environnements de RV sont donc de plus en plus utilisés dans le domaine de la recherche et de la clinique avec pour avantage que chaque environnement peut être adapté au besoin du participant mais avec pour inconvénient que la pluralité des variables mesurées lors des tests virtuels rend la performance du sujet de plus en plus difficile à expertiser. En effet, la diversité des tâches en RV peut entraîner une diversité des scores et complexifier la cotation et les résultats du test. Un autre aspect à prendre en compte dans la cotation de la performance d'un individu est l'utilisabilité de la technique d'interaction. Si des questionnaires permettent d'avoir un aperçu subjectif de l'utilisabilité du système, ils ne permettent pas d'avoir une esquisse plus objective des difficultés qu'a pu rencontrer le participant. Les variables « temps de complétion » et « nombre d'erreurs » permettent de donner des indications mais sont fondamentalement liées aux processus cognitifs du participant. Il est donc nécessaire de trouver une autre approche pour différencier les erreurs cognitives des erreurs d'utilisabilité. En effet, si les systèmes de RV présentent l'avantage non négligeable d'évaluer les participants dans un contexte écologique, où les performances aux tests seront les mêmes que dans la vie quotidienne du participant, ils semblent aussi pouvoir surcharger le système cognitif. Il s'agit alors de déterminer l'impact de la charge mentale sur la performance du participant à une tâche dans un EV. La charge mentale est définie par l'effort cognitif demandé pour l'aboutissement d'une tâche (Parasuraman, 2003). Une activité complexe consomme plus de ressources cognitives qu'une tâche automatisée ou simple et plus l'exécution de l'activité exige de charge mentale, plus l'individu risque de manquer des informations importantes ou d'effectuer des erreurs (Zade, Mazloumi, Abbasi et Zade, 2016) ; ce qui est particulièrement le cas dans les situations de multitâches auquel sont confrontés les individus dans leur vie quotidienne.

L'objectif de la thèse est de proposer une approche permettant de qualifier, de façon la plus pertinente possible, la performance du participant dans un EV en tentant de comprendre la charge mentale associée à chaque technique d'interaction et comment celle-ci peut venir influencer la performance du participant. Pour répondre à notre objectif nous proposons une expérimentation comprenant deux conditions pour mesurer l'impact d'un système de RV sur la charge mentale du participant : une avec une haute charge mentale et l'autre avec une charge mentale faible. Nous comparons différentes techniques d'interaction au cours de ces conditions : la souris, le gamepad, le Razer Hydra, le Razer Hydra avec un *tracking* de tête et le Razer Hydra avec un casque de RV.

Les résultats préliminaires indiquent qu'il est important de mesurer la charge mentale de différentes façons car les résultats produits ne sont pas les mêmes. En effet, lorsque la charge mentale est mesurée subjectivement par le NASA-TLX, nous constatons que seul le Razer Hydra

avec le casque de RV génère plus de charge mentale et cela pour les échelles "demande physique" et "effort". De plus, les participants indiquent ressentir plus de charge mentale avec une sélection en 3D et un *steering* via les mouvements de la tête.

La différence entre les conditions est principalement ressentie dans les conditions où la charge mentale générée par les tâches est faible. Lorsque la charge mentale est mesurée par la performance, nous pouvons aussi observer une différence entre les techniques d'interaction. Le Razer Hydra et le Razer Hydra avec le *tracking* de tête génèrent plus de charge mentale que les autres techniques d'interaction. Ainsi les performances des participants sont moins bonnes avec une sélection en 3D et un *steering* via les mouvements de la tête. Cependant ces résultats ne sont retrouvés que pour les conditions à charge mentale faible. Pour la condition à charge mentale élevée, seul le Razer Hydra avec le casque de RV génère plus de charge mentale que les techniques d'interaction desktop (la souris et le gamepad). En effet, les différences au niveau de la rotation de la caméra sont particulièrement observables lors des conditions de charge mentale élevée.

Les résultats ci-dessus indiquent que la charge mentale ressentie est plus importante pour les participants qui interagissent avec le Razer Hydra et le casque de RV. De plus, ils suggèrent que les différences de charge mentale liées à la technique d'interaction s'estompent en condition charge mentale élevée. En effet, les différences de charge mentale sont plutôt ressenties dans les conditions où la charge mentale générée par les tâches est faible alors qu'elles sont plutôt expérimentées par une baisse de la performance dans les conditions où la charge mentale est déjà élevée.



TRAON, Christelle

Titre de la thèse : La place d'une démarche qualité intégrée type "RSE" dans les universités après le passage aux "RCE"

(Dir. de thèse: F. GUERIN, C. ROBLED0)

Lexique :

RSE : Responsabilité Sociétale ou Social des Entreprises

RCE : Responsabilités et Compétences Elargies

Résumé :

Les universités françaises assument des responsabilités sociales et sociétales de plus en plus importantes.

Si les missions « régaliennes » qui leur sont confiées par le législateur restent toujours orientées autour de la recherche, de la formation initiale et tout au long de la vie, de l'élévation du niveau scientifique ; la loi leur reconnaît aussi une responsabilité majeure comme moteur d'une croissance économique durable et socialement responsable.

En effet, l'orientation et l'insertion professionnelle, le transfert et la valorisation, la réduction des inégalités sociales ou culturelles ainsi que l'égalité entre les hommes et les femmes sont autant de défis à soutenir dans un contexte de responsabilités financière et managériale étendues.

Les outils et les démarches qualité intégrée de type « RSE » peuvent être dans ce contexte d'une aide précieuse qu'il convient de mesurer à la fois en terme de diffusion, de formalisation et d'impact en terme de performance. Une étude transversale est à mener en ce sens.

Présentation poster

transparence
parité
qualité de vie au travail
labels
Responsabilité
Plan vert
écologique
Sociétale
économique
social
enseignements
des universités
Développement durable
ressources humaines
éthique



BENSAID AMRANI, Nabil

Evaluation of the mechatronic systems reliability under parametric uncertainties

(Dir. de thèse: M. BARREAU, co-directeur : D. SARSRI (ENSA Tanger); co-encadrant: L. SAINTIS, (*cotutelle*))

Abstract:

The aim of this paper is to evaluate the predicted reliability of mechatronic systems, by taking into account the epistemic uncertainties. The work reported here presents a new methodology based on integrating the belief functions in the Petri net (PN) model, in order to create a belief network, and to show how to propagate the parametric uncertainties in reliability models. Some notions of uncertainty related to systems reliability are presented; subsequently a brief definition of the belief function and its application in reliability studies are given and finally its integration in PN is detailed. In order to take into account the interactive aspect of mechatronic systems, we introduce the uncertainties associated to this interaction, by implementing the new method proposed by using belief network. Secondly, we study the propagation of these interaction uncertainties in system reliability. Finally, an industrial example of an "Smart Actuator" is developed, applying the proposed methodology.

Keywords:

Reliability, predictive reliability, uncertainties, epistemic uncertainties, Belief Function, Petri Net (PN), mechatronics, interactions

Poster presentation

HILAL, Mirvana

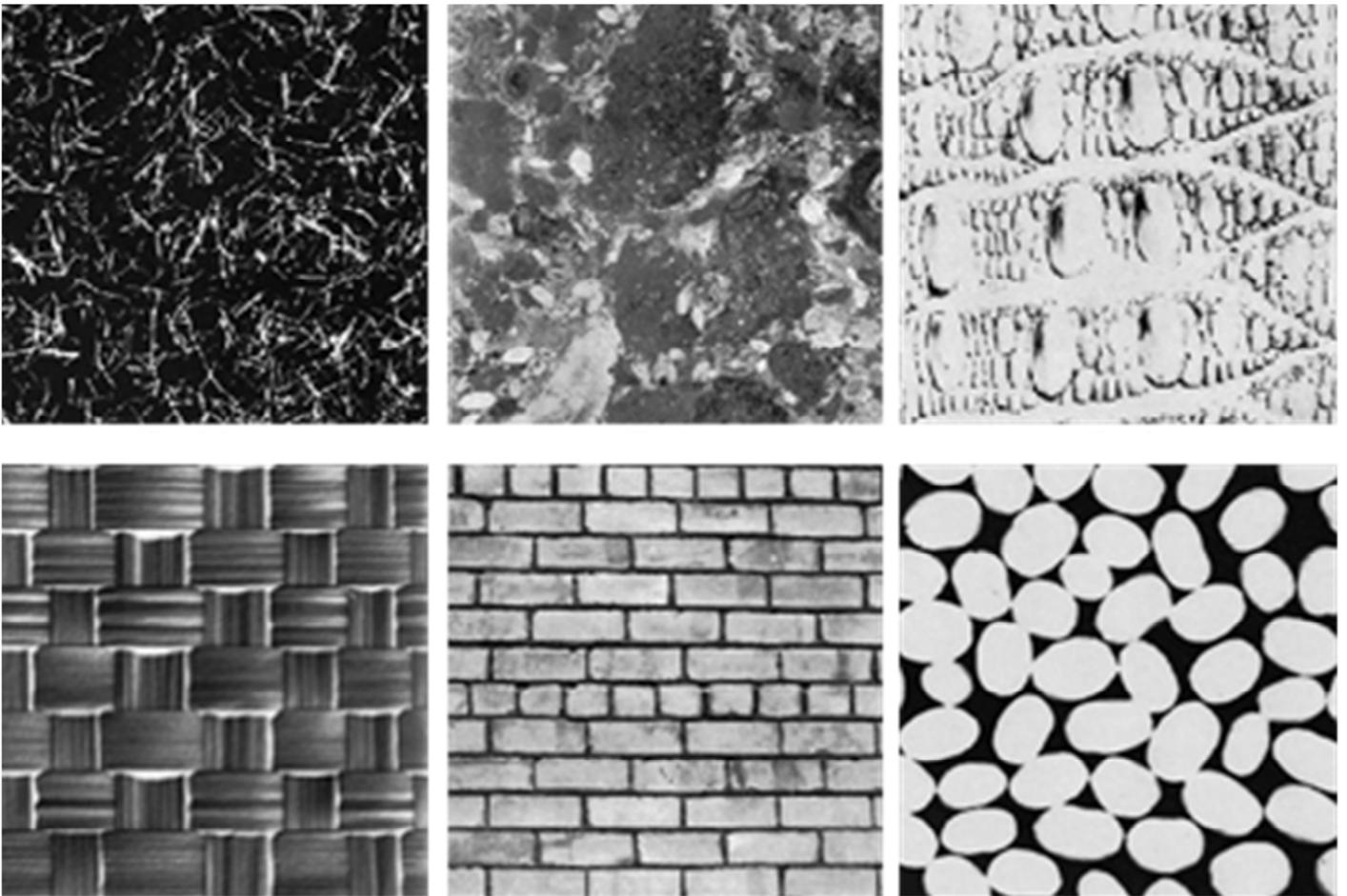
Titre de la thèse: Étude de la texture des images à partir de mesures d'entropie.

Directeur(s) de thèse: Anne HUMEAU HEURTIER

Abstract:

My thesis work is about developing new algorithms based on information theory to extract information from images. This is accomplished by utilizing entropy measures concepts. My research involves studying the unidimensional entropy concepts applied on signals and extending their application to the bi-dimensional case to be applied on images.

Poster presentation



KOSSONOU YAO TAKY, Alvarez

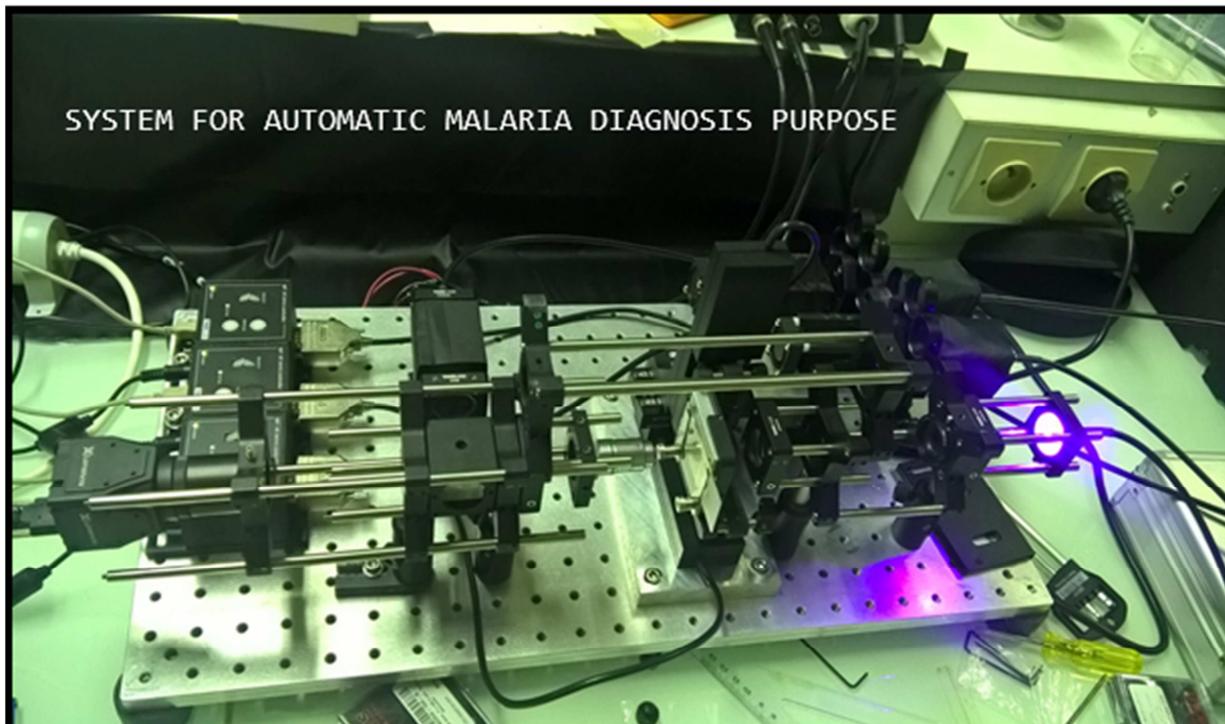
Caractérisation de la texture d'images multispectrales de cellules sanguines en microscopie optique : application au diagnostic du paludisme

(Dir. de thèse: B. SAHRAOUI (UA, laboratoire MOLTECH), J. ZOUEU (INP-HB de Yamoussoukro, laboratoire L2IS, Côte d'Ivoire); co-encadrant: Alain CLÉMENT)

Résumé :

Notre projet de thèse s'inscrit dans le contexte de développement de nouvelles techniques destinées au diagnostic du paludisme en Côte d'Ivoire. Des images multispectrales sont acquises grâce à deux microscopes multimodaux et multispectraux [1], [2]. Le premier est muni de 13 LEDs allant de 375 nm à 940 nm tandis que le second est équipé de lasers de longueurs d'ondes de 405nm, 450nm, 538nm et 638nm. L'analyse des images produites repose sur une analyse de textures multicomposantes basée sur les Local Binary Pattern (LBP).

Initialement désignée sous le nom de texture unit [3] puis repris et améliorée par [4] sous le nom de LBP, la caractérisation locale de la texture a été largement appliquée sur les images en niveaux de gris. Les LBP mettent en œuvre des relations de voisinage entre les pixels afin de détecter des contours indépendamment des variations de luminance [4],[5]. L'adaptation de ces méthodes aux images multicomposantes, consiste à explorer des solutions d'opérateurs LBP hybrides ou vectoriels tenant compte de l'information spatiale et spectrale de nos images [6],[7].



Références :

- [1] Zoueu, J. T., Ouattara, S., Toure, A., Safi, S., & Zan, S. T. (2009, December). Spectroscopic approach of multispectral imaging of plasmodium falciparum-infected human erythrocytes. In *ICTON Mediterranean Winter Conference, 2009. ICTON-MW 2009. 3rd*(pp. 1-7). IEEE.
- [2] Kouakou, A. K. et al., 2017." Multi-Spectral and Fluorescence Imaging in Prevention of Overdose of Herbicides : the case of maize." *Optik-International Journal for Light and Electron Optics* 127.23 (2016): 11250-11257.

- [3] He, D. C., & Wang, L. (1990). Texture unit, texture spectrum, and texture analysis. *IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28(4), 509-512.
- [4] Ojala, T., Pietikäinen, M., & Harwood, D. (1996). A comparative study of texture measures with classification based on featured distributions. *Pattern recognition*, 29(1), 51-59.
- [5] Liu, L., Fieguth, P., Guo, Y., Wang, X., & Pietikäinen, M. (2017). Local binary features for texture classification: taxonomy and experimental study. *Pattern Recognition*, 62, 135-160.
- [6] Chan, C. H., Kittler, J., & Messer, K. (2007, September). Multispectral local binary pattern histogram for component-based color face verification. In *Biometrics: Theory, Applications, and Systems, 2007. BTAS 2007. First IEEE International Conference on* (pp. 1-7). IEEE.
- [7] Pietikäinen, M., Mäenpää, T., & Viertola, J. (2002, June). Color texture classification with color histograms and local binary patterns. In *Workshop on Texture Analysis in Machine Vision* (pp. 109-112).

Présentation poster

AZAR, Thérèse

Développement de stratégie de commande pour les systèmes décrits par les équations aux dérivées partielles

(Dir. de thèse: L. AUTRIQUE; co-encadrants: E. MOULAY (XLIM), L. PEREZ (LTéN Nantes))

Résumé :

Le contexte général de ce sujet de recherche est la commande des systèmes à paramètres répartis, comme ceux modélisés par des équations aux dérivées partielles. L'intérêt de ce type de modèle par rapport aux approches reposant sur des modèles de dimension finie, est qu'il permet d'envisager le contrôle d'une infinité de dynamiques en même temps, c'est donc une approche non-limitative du nombre de modes envisagés dans la synthèse d'un contrôle. Il existe maintenant de nombreuses techniques pour contrôler de tels systèmes. Citons ainsi les approches par fonctions de Lyapunov pour les systèmes hyperboliques [1] ou les approches par backstepping comme décrites dans [2], ou les synthèses de commandes robustes en résolvant des équations de Riccati en dimension infinie [3]. L'intérêt de ces commandes étant grandissant et les champs d'application étant de plus en plus grands, comme la fusion nucléaire [4,5], il est nécessaire d'avoir plus de souplesse et de tenir compte de contraintes sur les entrées des systèmes. Aussi il faut maintenant envisager de nouveaux paradigmes pour le calcul de commandes non-linéaires pour des systèmes modélisés par des équations aux dérivées partielles.

Le but de ce projet est de développer des synthèses de commandes non-linéaires pour des EDP linéaires. C'est un sujet récent et seuls quelques résultats sont disponibles dans la littérature pour des équations spécifiques comme l'équation des ondes [6] ou l'équation de Korteweg-de Vries [7]. Le but de ce projet est double.

Il s'agira d'une part d'envisager d'autres équations aux dérivées partielles, comme celles permettant de modéliser le confinement magnétique en fusion thermonucléaire. Dans ce cadre spécifique l'objectif est de contrôler l'évolution du profil de sécurité dans le plasma de fusion afin d'en assurer la stabilité (en présence de perturbations). Ce profil, distribué spatialement dépend du flux magnétique et de l'état thermique du plasma. Ces deux états sont liés par des systèmes d'EDP non linéaires et couplés.

D'autre part, il s'agira d'envisager d'autres commandes non-linéaires, comme les commandes de type Luré, ou des commandes avec un effet mémoire, ou encore celles calculées comme des sorties d'équations différentielles ordinaires non-linéaires.

Mots-clés:

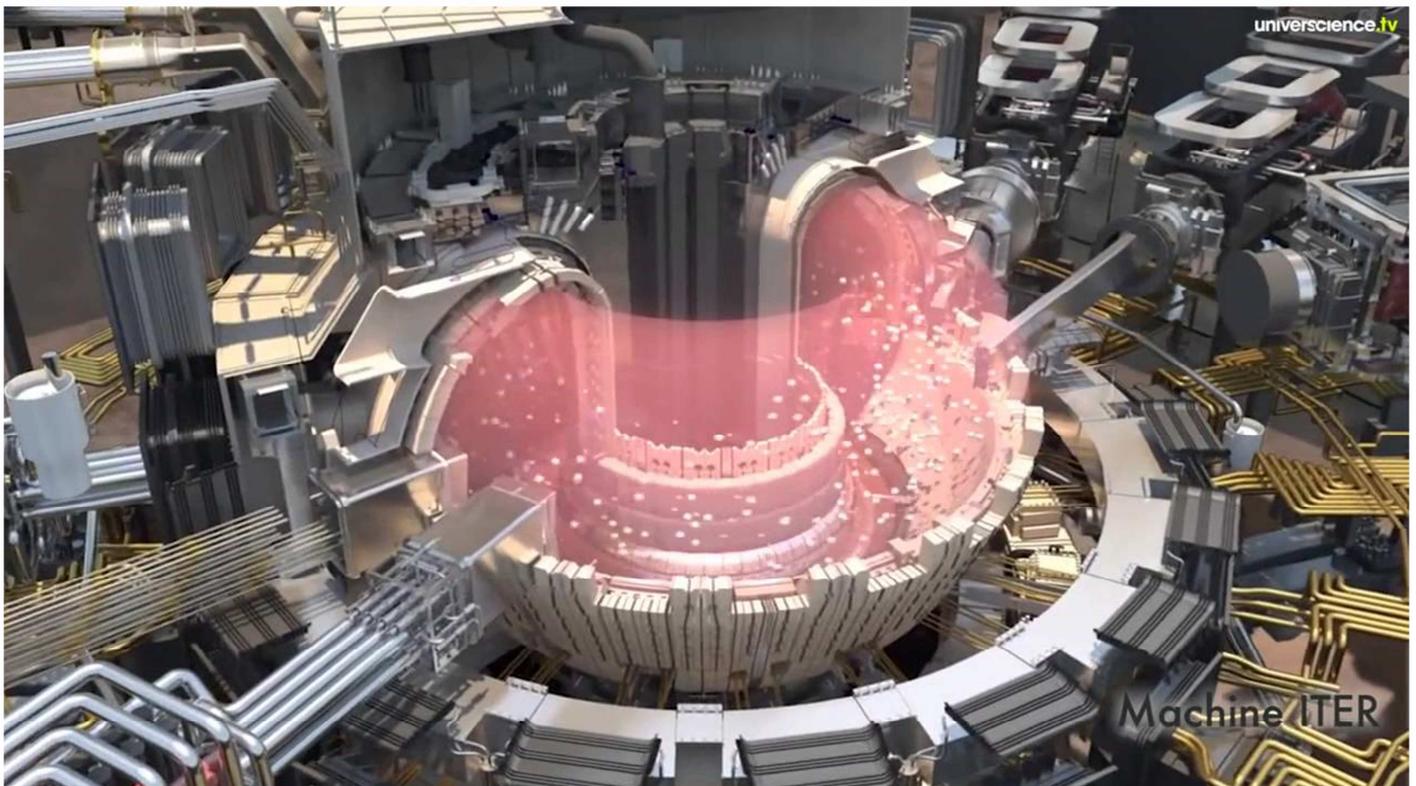
Automatique, Mathématiques appliquées, Équations aux dérivées partielles, Commande non-linéaire, Méthodes de Lyapunov

Références:

- [1] G. Bastin and J.-M. Coron, *Stability and Boundary Stabilization of 1-D Hyperbolic Systems*, PNLDE Subseries in Control, Springer, 2016
- [2] M. Krstic and A. Smyshlyaev, *Boundary Control of PDEs: A Course on Backstepping Designs*, SIAM, 2008
- [3] B. van Keulen, *H^∞ -control for Distributed Parameter Systems: A State-Space Approach*, Systems & Control: Foundations and Applications, Springer 1993

- [4] Federico Bribiesca Argomedeo and Emmanuel Witrant and Christophe Prieur, Safety Factor Profile Control in a Tokamak, SpringerBriefs in Control, Automation and Robotics, Springer, 2014
- [5] O. Gaye, L. Autrique, Y. Orlov, E. Moulay, S. Brémond and R. Nouailletas, H^∞ stabilization of the current profile in tokamak plasmas via an LMI approach, Automatica, Volume 49, Issue 9, Pages 2795–2804, 2013
- [6] C. Prieur, S. Tarbouriech, and J.M. Gomes da Silva, Wave equation with cone-bounded control laws, IEEE Transactions on Automatic Control, to appear, 2016
- [7] S. Marx, E. Cerpa, C. Prieur, and V. Andrieu, Global stabilization of a Korteweg-de Vries equation with a distributed control saturated in L2-norm, 10th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems (NOLCOS'16), Monterey (CA), USA, 2016

Présentation poster



Analyse et classification de données biomédicales issues d'un capteur connecté

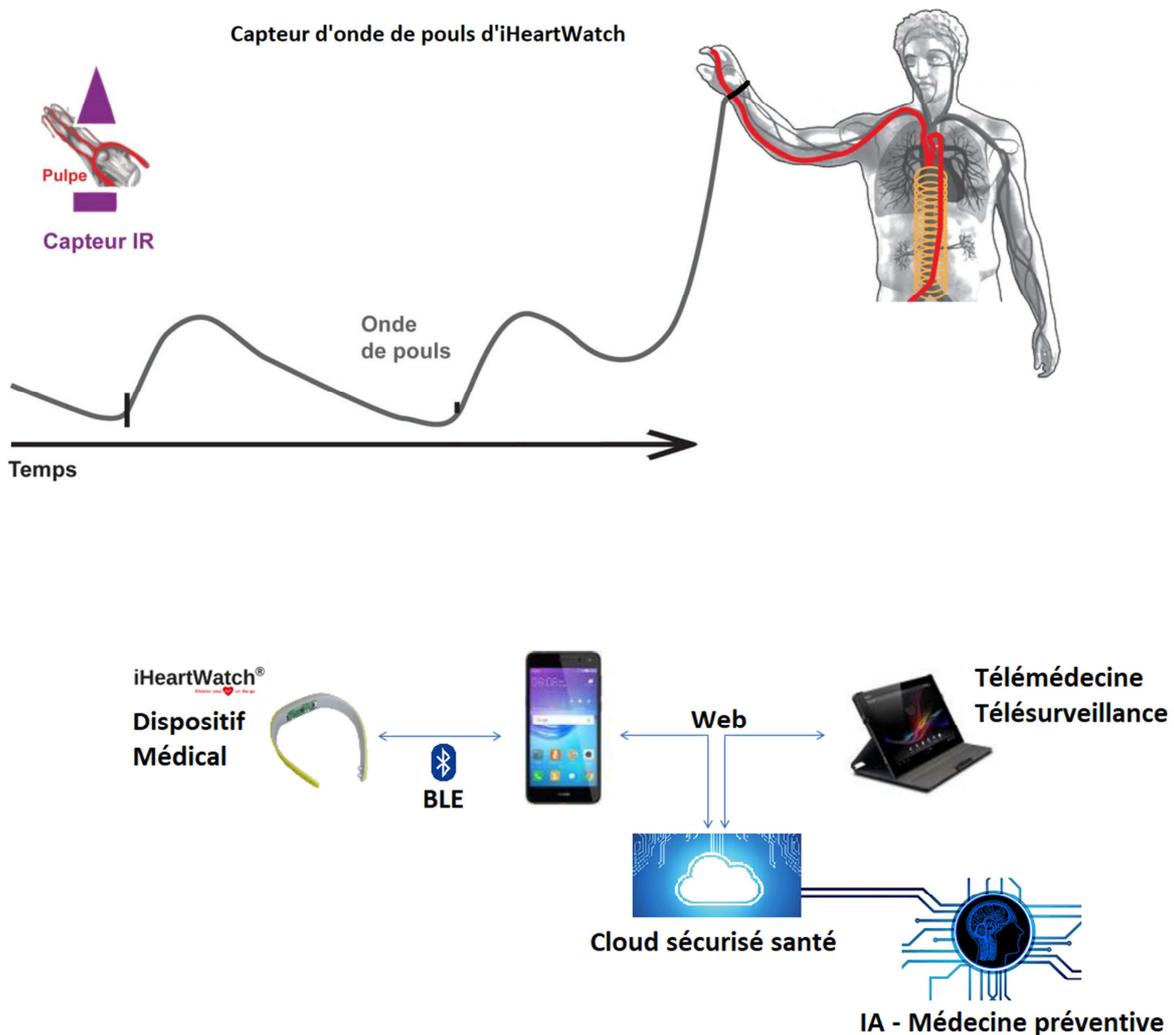
Dir. de thèse: M. DINOMAIS; co-encadrants: J.-B. FASQUEL, M.HALLAB (AXELIFE)

Résumé :

Axelife SAS est une entreprise française créée en 2010 et spécialisée dans le domaine de la santé. Elle conçoit et développe des dispositifs médicaux, avec un produit phare, le pOpmètre® (appareil innovant qui mesure de manière non invasive la rigidité artérielle via l'onde de pouls en seulement deux minutes). Le sujet de thèse porte sur la détection des signes prémonitoires d'accidents cardiovasculaires, tels que l'AVC et l'infarctus, par analyse des données physiologiques acquises en continue à l'aide d'une montre connectée appelé iHeartWatch.

iHeartWatch® est une montre connectée intelligente qui déclenche des alertes cadencées en cas de détection de signes de stress intense, comme par exemple la poussée de tension et le pouls qui s'accélère, et bien d'autres paramètres.

Présentation poster



MJALLAL, Ibrahim

Phase change materials based cooling technique of different types of electronic packaging

Dir. de thèse: T. LEMENAND, M. HaMMOUD (LIU, Liban); co-encadrant: C. HABCHI (Liban)

Abstract:

One of the many applications of phase change materials (PCM) is delaying the peak temperature of the electronics devices [1]. Most of the study is now focusing on enhancing the thermo-physical properties of the PCM to best suit this application.

The most important thermo-physical properties of the PCM are the: density (ρ), specific heat (C_p), melting temperature (T_m), latent heat of fusion (H) and thermal conductivity (k).

The selection of the PCM is mainly based on its melting temperature to achieve its best performance. Moreover, the PCM have high latent heat of fusion. Actually, these two thermo-physical properties do not require enhancement. In addition, the specific heat is an index to the sensible energy and during the melting process of the PCM, the sensible energy has minor effect on this process (the energy absorbed or released during melting and solidification is called latent energy). In fact, due to very low thermal conductivity of PCM, numerous studies focusing on the enhancement of the thermal conductivity of the PCM are carried out, such as in [2-4]. One important point is that the majority of the previous studies on the cooling of the electronics devices ignore fatty acid as alternative PCM solution.

Thus, the main focus of the PhD work will be to study the feasibility of using fatty acid as PCM and achieve an enhancement of their thermo-physical properties, adapted to the cooling of electronic devices.

Poster presentation

Signal Processing of EEG Signals in children with Epilepsy

(Dir. de thèse: A. HUMEAU-HEURTIER; co-directeur: P. VAN BOGAERT (CHU Angers))

Abstract :

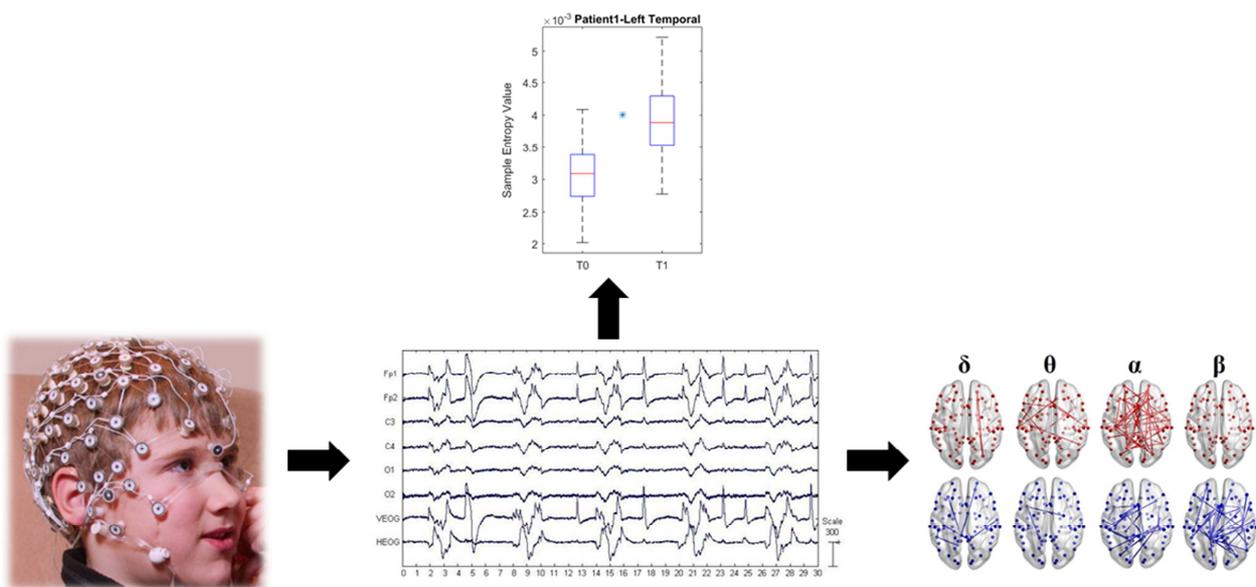
As part of the DESIRE European Project, my thesis is concerned with children with epilepsy. My main work is to use existing methods or find new methods to apply on EEG signals to quantize the state of the patient and evaluate the progress of a treatment (regardless of the treatment as the topic is not pharmaceutical oriented).

Evaluating the state of these patients could be based on studying the complexity of the EEG signals (univariate or multivariate signals) at different points during the treatment or by working of the resting state networks that could be deduced from functional connectivity measures and comparing them to the default resting state networks.

There various methods to measure the complexity of signals. The main approach we work on in my thesis is entropy. Entropy itself has a lot of branches and different applications and techniques. It could be univariate or multivariate, instantaneous or generalized, and so on. Each method would have its own significance. Thus it is my job to choose the right method and come up with new ones that could best show some information from the EEG signals being analyzed.

When it comes to functional connectivity, it could be applied either on the scalp level (electrodes) or on the cortex level. To move from signals recorded on the scalp level to signals on the cortex level, inverse problems and source localization methods are applied. In this way functional connectivity quantizes the correlation or mutual information that are being carried between any two sources of signals that could be either any two electrodes or any two estimated dipoles in the cortex. The graph resulting from functional connectivity is called a network and could give a lot of significance about the patient's situation.

All these tests in parallel with psychological and clinical evaluations could help for a complete image of the patients' situations and progress.



GILLARD, Nicolas

Information quantique pour le traitement du signal et des images

Dir. de thèse: F. CHAPEAU-BLONDEAU; co-encadrant: E. BELIN

Résumé de la présentation orale :

Dans le cadre de cette thèse nous posons et étudions différents problèmes « types » en traitement du signal en présence de bruit profitant de propriétés spécifiquement quantiques. Nous travaillons à l'extraction d'un signal « utile » en présence de bruit généralement néfaste au processus étudié. Les 3 problèmes étudiés dans le cadre de cette thèse étant la détection d'état d'un qubit (bit quantique), l'estimation paramétrique et la transmission d'informations à travers un canal. Nous nous intéressons particulièrement aux phénomènes de résonance stochastique (bruit utile), une thématique historiquement centrale au laboratoire LARIS, et d'intrication quantique aidant des processus en présence de bruit ainsi qu'au traitement d'images aidée par la superposition quantique.

Nous avons étudié le processus de détection d'état d'un qubit affecté par un bruit quantique et montré la possibilité d'amélioration de ce processus de détection grâce aux phénomènes d'intrication [C1] et de résonance stochastique [A2]. Nous avons également mis en évidence la possibilité d'amélioration du processus d'estimation paramétrique sur le qubit en présence de bruit grâce à l'intrication [C2] et montré la possibilité d'une résonance stochastique dans l'estimation paramétrique d'un qubit affecté par un bruit quantique [A1]. Nous avons aussi montré la possibilité d'une résonance stochastique dans d'autres problèmes de traitement du signal comme la transmission d'information par un canal quantique affecté par un bruit quantique [D2] et différentes mesures d'information et d'entropie d'un canal quantique affecté par un bruit quantique [A3].

Nous avons également proposé des algorithmes de traitement quantique parallèle aidé par la superposition quantique pour la classification d'images et la reconnaissance de modèle d'images [B1] ainsi que l'appariement d'images [C3] ayant une complexité ne dépendant pas du nombre de pixels des images contrairement aux algorithmes classiques.

Publications :

- Articles de journaux internationaux à comité de lecture :

- [A3] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Enhancing qubit information with quantum thermal noise", *Physica A*, 2018 (soumis).
- [A2] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Qubit state detection and enhancement by quantum thermal noise", *Electronics Letters* 54, 38-39 (2018).
- [A1] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Stochastic antiresonance in qubit phase estimation with quantum thermal noise", *Physics Letters A* 381, 2621-2628 (2017).

- Colloques internationaux :

- [B1] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Digital image processing with quantum approaches", 8th International Conference on Image and Signal Processing, Cherbourg, France, 2-4 July 2018 (accepté).

- Colloques nationaux :

- [C3] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Parallélisme quantique pour le traitement d'images", 13èmes Journées Imagerie Optique Non Conventionnelle, Paris, France, 26-27 mars 2018.
- [C2] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Estimation quantique en présence de bruit améliorée par l'intrication", 26ème Colloque GRETSI sur le Traitement du Signal et des Images, Juan-les-Pins, France, 5-8 sept. 2017.

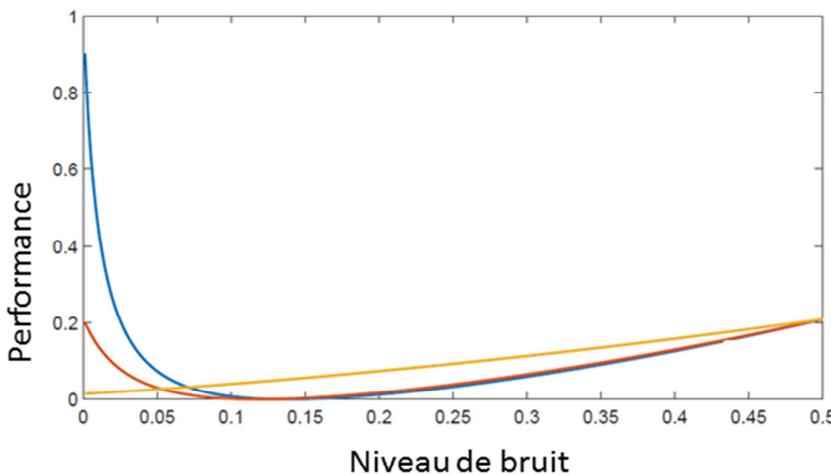
[C1] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "L'intrication en imagerie quantique pour résister au bruit", 12èmes Journées Imagerie Optique Non Conventionnelle, Paris, France, 15-16 mars 2017.

- Séminaires :

[D2] N. Gillard, E. Belin, F. Chapeau-Blondeau, "Entropie de von Neumann et information de Holevo pour le signal quantique en présence de bruit", Journée « Entropies, divergences et mesures informationnelles classiques et généralisées », GdR ISIS (Information Signal Image viSion), Paris, France, 24 mai 2017.

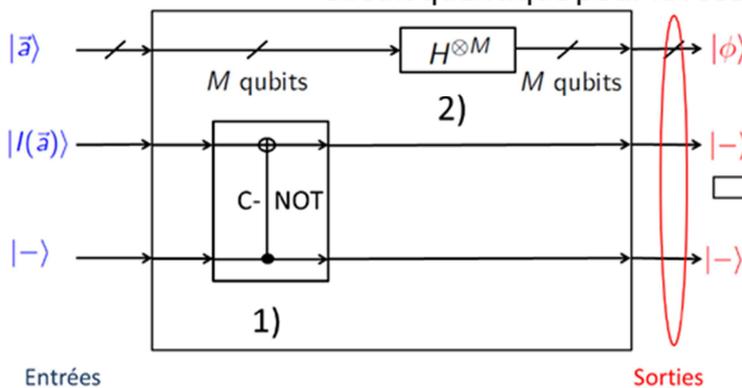
[D1] N. Gillard, "Information quantique pour le traitement du signal et des images", Séminaire Doctoral International Francophone, Agence Universitaire de la Francophonie, 18 mai 2017, Angers, France.

Traitement du signal quantique amélioré par le bruit



Possibilité d'amélioration de la performance avec l'augmentation du niveau de bruit.

Traitement d'images amélioré par le parallélisme quantique : circuit quantique pour la reconnaissance de modèle



Complexité algorithmique indépendante du nombre de pixels contrairement aux algorithmes classiques.

Identification and diagnosis of discrete-event systems

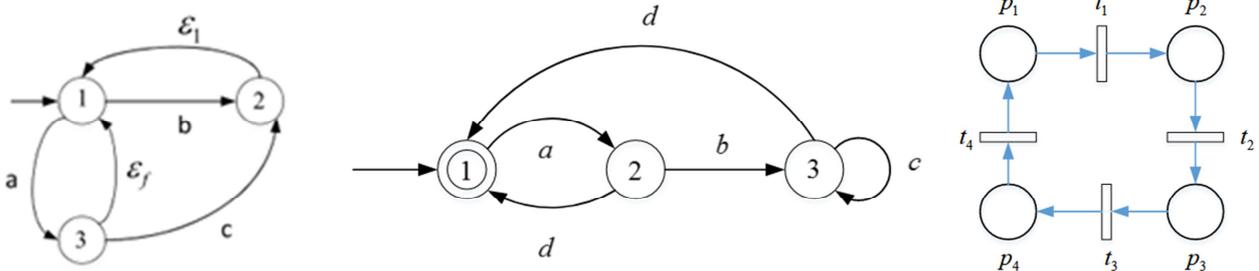
Dir. de thèse: S. LAHAYE

Abstract :

Identification: Identification is a classical problem in system theory: given some observed input-output signals it consists in determining a mathematical model such that its input-output signals approximate the observed ones [1]. In the framework of discrete-event systems (DESs), these models are commonly automata or Petri nets (PNs). The interest for the identification of a DES usually comes from reverse engineering for unknown systems, fault diagnosis, or system verification [2].

Fault Diagnosis: The following describes the concept of fault diagnosis problem [3]. The system to be diagnosed is modeled as a DFA. Since we are not interested in the set of final states, we will denote such an automaton by $G = (X, E, \delta, x_0)$. The behavior of the system is described by the prefix-closed language $L(G)$ generated by G . The DFA G models both the normal and the faulty behavior. Its alphabet can be partitioned as $E = E_o \cup E_{uo}$ where E_o is the set of observable events, and E_{uo} is the set of unobservable events. The set of unobservable events can be further partitioned as $E_{uo} = E_f \cup E_{reg}$ where E_f is the set of fault events and E_{reg} is the set of regular events that, although not observable, do not describe a faulty behavior. Given a DFA G with alphabet $E = E_o \cup E_{uo}$ and set of fault events $E_f \in E_{uo}$ and given an observed word $\omega \in E_o^*$, the diagnosis problem consists in determining if a fault has occurred, i.e., if an evolution containing a transition with a label in E_f has produced the observation ω .

Consider the following automaton. Let $E_o = \{a, b, c\}$, $E_{uo} = \{\varepsilon_1, \varepsilon_f\}$, $E_{reg} = \{\varepsilon_1\}$, and $E_f = \{\varepsilon_f\}$. If the observation is $\omega = b$ we can determine that the fault ε_f didn't occur. If aa was observed, ε_f must have happened. If $\omega = a$, we can not decide the occurrence of ε_f , i.e., it may have happened or not.



References:

- [1] J. H. van Schuppen. System theory for system identification. Journal of Econometrics, 118(1–2):313–339, 2004.
- [2] F. Basile, P. Chiacchio, and J. Coppola. Identification of time Petri net models. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2016. in press, published on-line with DOI: 10.1109/TSMC.2016.2523929.
- [3] Meera Sampath, Raja Sengupta, Stéphane Lafortune, Kasim Sinnamohideen, and Demosthenis Teneketzis. Diagnosability of discrete-event systems. IEEE Transactions on Automatic Control, 40(9):1555–1575, 1995.

Low-cost imaging, computer vision, and machine learning for the characterization of plants in individual and canopy scales

Dir. de thèse: D. ROUSSEAU; co-encadrants: P. RICHARD, E. BELIN

Abstract :

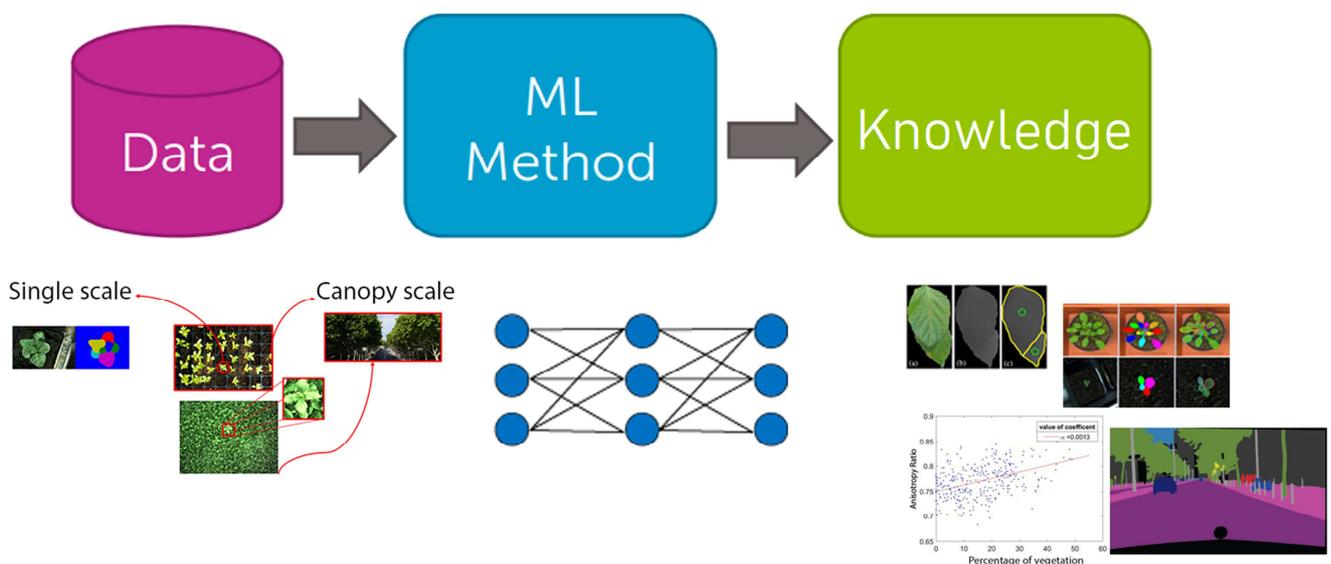
The goal of the thesis is to expand the role of computer vision and machine learning by using low-cost ways of measuring and thinking about plants when observing them during their development at two scales: single plant and canopy scales where a population of the plant is observed.

We consider two observation scales with a single plant and canopy scales where the population of plants is imaged on a variety of questions which share in common to propose low-cost methods.

At the single scale we investigate the following questions:

1.1 When imaging the growth of single plants from top-view with the low-cost RGB camera, we should cope with various types of noises including plant movement, the similarity between soil and leaves, the absence of information during the night. How can we take benefit from ontological knowledge on the development to identify growth event?

1.2 When imaging plant from top-view, plants are moving. How to take benefit of movement of the plants to perform leaf segmentation on single plant imaged from top-view in presence of occlusion? There are different temporal movement linked to their development from chloroplast movement, circadian cycles, and elongation. Which temporal scales is the most adapted to help the segmentation of leaves?



At the population scale we investigate the following questions:

2.1 When gazing at the population of plants with low-cost depth sensor it is possible to monitor the various global growth of the plants by simply measuring the average distance to the camera.

However, this slowly varying signal also comes with other signals including circadian cycles, replicate phenomenon. How can we build estimator of these quantities which all carry information on the growth and physiological state of the plants?

2.2. When gazing at the population of plants from top-view in the wild it is often the case that multiple species are present. An open problem is how to detect weed in culture. This problem can be addressed with machine learning approaches. The bottleneck of supervised machine learning approach lay in the manual annotation. We investigate the possibility to speed up the process with the use of eye-tracked annotated data which request at least 30 times less. Such annotation also comes with less resolution and accuracy. How reliable are these annotated data to detect weed in dense culture by comparison with manually annotated data?

2.3 Nowadays more than half of the human population is leaving in the urban environment. One global issue for the human is to vegetalize the cities. What is the point of view of computer vision on this issue? We investigate some question such as the statistics of images of vegetalized urban street view, how vegetation can break symmetries in cities or the link between the visual quality and the ecological diversity. Already one article has been submitted on this question.

DOUARRE, Clément

magerie embarquée pour les plantes

Dir. de thèse : L. TOUGNE (LIRIS - Lyon); co-directeur : D. ROUSSEAU

Thèse démarrée en septembre 2017 en CIFRE avec l'entreprise CARBON BEE et LIRIS, Université Lyon 2.

Références :

- [1] Douarre, C., Schielein, R., Frindel, C., Gerth, S., & Rousseau, D. (2018). Transfer Learning from Synthetic Data Applied to Soil–Root Segmentation in X-Ray Tomography Images. *Journal of Imaging*, 4(5), 65.
- [2] Douarre, C., Gelibert A. (2018). Differentiation of plant species with hyperspectral and deep learning technology. 6th International Workshop on Image Analysis for Plant Sciences (IAMPS), Nottingham.

DEBS, Noëlie

Machine learning appliqué à la prédiction de la lésion de l'AVC ischémique

Dir. de thèse : C. FRINDEL (CREATIS - Lyon); co-directeur : D. ROUSSEAU; co-encadrant: T-H CHO (PHU - Lyon)

Thèse démarrée en septembre 2017 en co-encadrement avec CREATIS INSA Lyon.

Références :

- [1] M. Giacalone, P. Rast, N. Debs, C. Frindel, T. Cho, E. Grenier, D. Rousseau « Local spatio-temporal encoding of raw perfusion MRI for the prediction of final lesion in stroke », MEDIA under revision 2018.
- [2] Debs, N., Giacalone, M., Rast, P., Cho, T.H., Frindel, C., Rousseau, D. Perfusion MRI in stroke as a regional spatio-temporal texture. International Society of Magnetic Resonance Imaging Congress 2018, accepted poster.

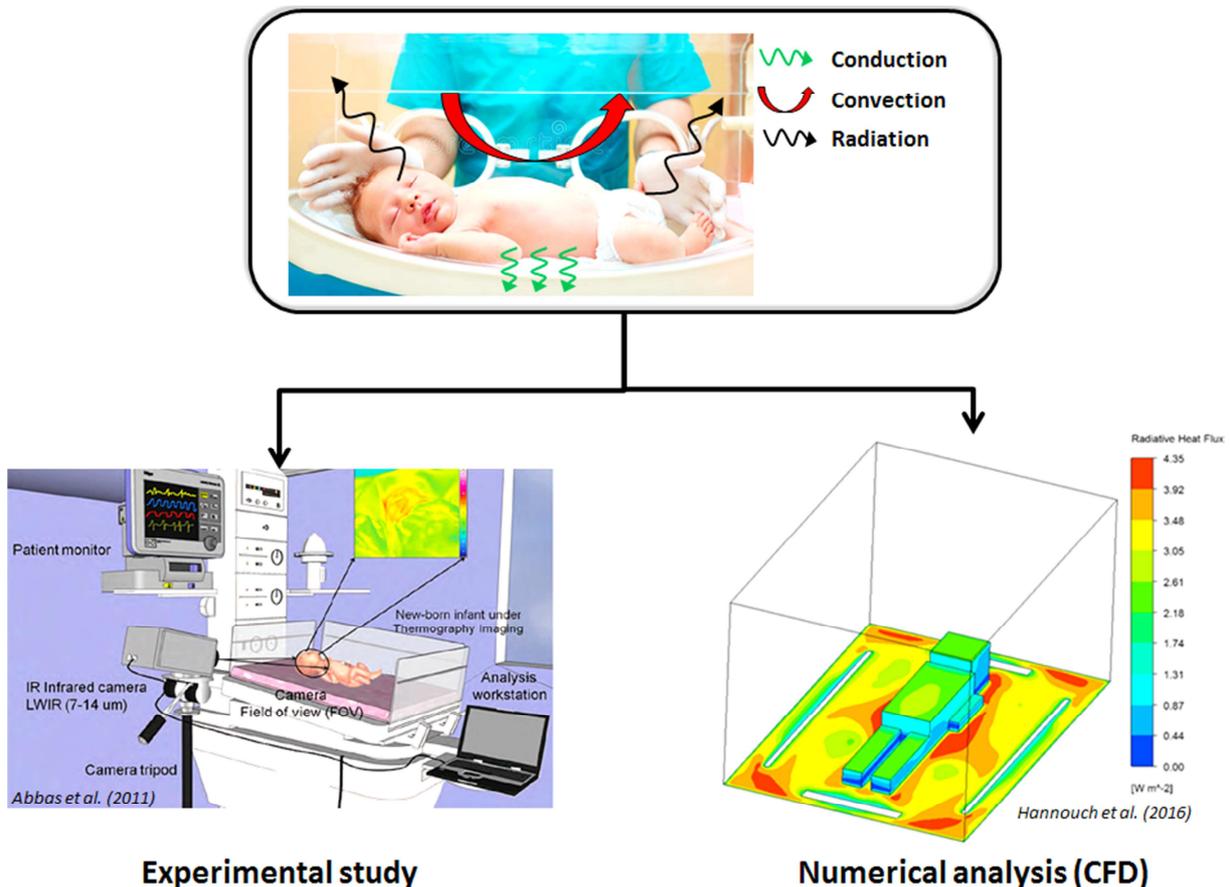
Neonate Bioheat and Mass Transfer in Closed Incubator

(Dir. de thèse: T. LEMENAND, K. KHOURY (Lebanese University); co-encadrant: F. KEYROUZ (Notre-Dame University, Liban))

Résumé de la présentation orale :

Les incubateurs sont des appareils essentiels pour préserver le confort thermique des nouveau-nés, et en particulier des prématurés. Les principaux facteurs extérieurs affectant les nouveau-nés sont la température et l'humidité. Ces conditions thermo-aérauliques doivent être contrôlées et régulées précisément en fonction des conditions de l'air ambiant et de la chaleur dégagée par le métabolisme du nourrisson. Les transferts thermiques s'opèrent principalement dans ce cas, par convection entre l'air et la surface de la peau de l'enfant, par rayonnement entre la peau et les objets environnants, et par conduction entre la peau et le matelas et les parois de l'incubateur.

L'objectif de cette thèse est d'analyser la structure de l'écoulement et les processus de transferts de chaleur dans l'incubateur, en utilisant des simulations numériques, et d'analyser comment ces conditions affectent la température ressentie par le nouveau-né. L'humidité est également un paramètre important qui sera étudié et analysé dans cette étude. La thermorégulation et les transferts de chaleur biologiques (ou bio-chaleur) des nouveau-nés seront modélisés avec les équations de transfert thermique et de mécanique des fluides adaptées. Le phénomène de thermorégulation des nouveau-nés consiste à maintenir la température de la peau entre 36 et 37°C en équilibrant les pertes de chaleur vers l'environnement (par convection, rayonnement, conduction et évaporation) et la production de chaleur métabolique. Les transferts de masse et de chaleur à travers le corps du nouveau-né sont appelés les transferts de bio-chaleur.



De plus, un contrôle automatique des propriétés thermodynamiques de l'incubateur sera étudié, basé sur des mesures locales en temps-réel de la température du corps, couplé à une technique d'apprentissage automatique (« machine learning »). Cela améliorera grandement la prédiction des hypo- et hyperthermies, qui se produisent fréquemment chez les prématurés, et permettra d'actionner une modification rapide et adaptée des conditions thermo-aérauliques grâce au système d'acquisition de données. Les mesures de températures locales vont conduire à contrôler le système de ventilation, par exemple le flux d'air pourra être concentré sur les jambes quand la température des jambes du nourrisson descendra en-dessous d'une valeur critique.

JAMIN, Antoine

Contribution à l'étude des capacités motrices et cognitives des personnes âgées par traitement de données multivariées.

(Dir. de thèse: A. HUMEAU-HEURTIER, co-directeur: P. ABRAHAM (CHU); co-encadrants: C. ANNWEILER (CHU), B. COSSE (COTTOS Médical))

Résumé de la présentation orale :

Cycléo et l'analyse de données multivariées chez la personne âgée

Antoine JAMIN^{1,2} Anne HUMEAU-HEURTIER² Cédric ANNWEILER³ Pierre ABRAHAM⁴

1 - COTTOS Médical, Allée du 9 novembre 1989, 49240 Avrillé

2 - LARIS, Université d'Angers, 62 Avenue Notre Dame du Lac, 49000 Angers

3 - CHU d'Angers, Service de gériatrie, 49933 Angers

4 - CHU d'Angers, Service d'explorations fonctionnelles vasculaires, 49933 Angers

Le dispositif Cycléo

Cycléo, conçu par la société COTTOS Médical, est un vélo d'appartement connecté à destination des seniors en perte d'autonomie en établissement d'hébergement. Grâce à la Réalité Virtuelle, Cycléo simule l'évasion d'une balade à vélo tout en respectant l'état de santé et la capacité de mobilité du résident. En binôme avec l'accompagnant, la solution embarquée s'adapte à l'utilisateur pour délivrer à chacun une sensation de réussite et de maîtrise au cours de l'exercice. Cycléo participe également au bien-être physique et mental de ses utilisateurs : il leur permet de pratiquer une activité physique en douceur à l'aide d'un équipement sécurisé et ergonomique.

Les données et leur analyse

Lors de chaque utilisation, Cycléo collecte des données diverses et variées :

- données informatives correspondant à toutes les informations sur l'utilisateur et la configuration de la balade,
- données ressenties collectées à l'aide d'un questionnaire en fin de promenade ; elles indiquent comment l'utilisateur a vécu cette activité,
- données exécutives collectées tout au long de la balade. Elles donnent des informations sur le comportement de l'utilisateur durant l'exercice, comme par exemple l'angle de rotation du guidon.

Ces données nous permettent tout d'abord d'obtenir un suivi individualisé des utilisateurs de Cycléo. A l'aide de cette première analyse nous pouvons donc régler les paramètres de chaque balade pour que l'utilisation de Cycléo réponde aux besoins de chaque individu.

Ces données nous permettent également de faire une analyse générale de l'utilisation de Cycléo et de connaître les différences de pratique par établissement. Elles nous permettent aussi de savoir si nos opérations de communication favorisent une meilleure utilisation du vélo.

Pour terminer, ces données nous permettent d'étudier l'évolution de la pratique de chaque utilisateur. L'objectif est d'analyser le phénomène d'apprentissage lié à l'utilisation de Cycléo.

Actuellement, l'utilisation de Cycléo engendre des effets positifs chez la personne âgée. En effet, certains effets nous ont été remontés par des professionnels de santé :

- diminution du comportement à risque chez les résidents atteints de la maladie d'Alzheimer,

- augmentation de la pratique physique engendrée par l'aspect ludique du vélo,
- entretien cognitif constant par le biais du phénomène de double tâche (pédalage + guidon) et des ateliers cognitifs à réaliser.

Les perspectives

Dans le but de prouver scientifiquement ces retours d'expérience, notre prochain objectif consistera à déterminer quelles données, collectées par notre système, permettent de prédire un état, une capacité ou une caractéristique de l'utilisateur. Pour ce faire nous allons traiter les données multivariées [1, 2] et utiliser des outils de machine learning dans le but d'obtenir des modèles prédictifs.

Notre second objectif sera de voir s'il est possible de transformer Cycléo en un outil d'aide au diagnostic médical. Actuellement la consultation gériatrique du CHU d'Angers consiste à faire passer un test de double tâche, défini par [3], sur tapis de marche. Cet examen permet de prédire les dégénérescences cognitives de la personne âgée par l'analyse de sa démarche. Nous souhaitons faire passer un test de double tâche sur Cycléo et comparer les résultats avec ceux obtenus sur tapis de marche. Il sera ensuite possible de voir si Cycléo peut être intégré comme outil dans le diagnostic gériatrique. Ces tests de double tâche, par le biais du tapis de marche, ont prouvé qu'il était possible de prédire le risque de chute chez la personne âgée. Par analogie, nous souhaitons, en analysant la cadence de pédalage, retrouver des résultats similaires en double tâche sur notre dispositif Cycléo.

Références :

- [1] A. Humeau-Heurtier. Entropy, 18(11) :411, 2016.
- [2] A. Humeau-Heurtier. Physics Letters A, 380(16) :1426–1431, 2016.
- [3] S.W. Muir-Hunter and J.E. Wittwer. Physiotherapy, 102(1) :29–40, 2016.



Conception et évaluation d'environnements virtuels pédagogiques: Application à la formation professionnelle.

(Dir. de thèse: P. RICHARD; co-encadrants: S. GEORGE (Univ. Le Mans), E. RICHARD, Y. PAPOUIN (DEC Industrie))

Résumé de la présentation orale :

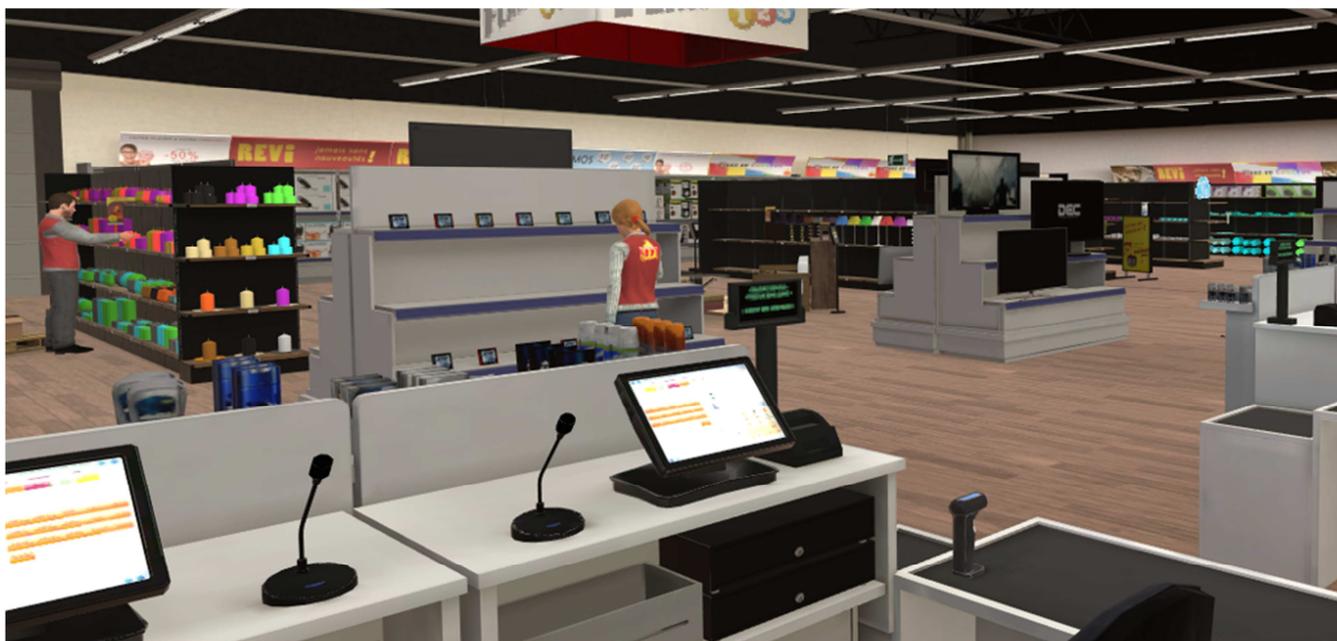
Ces travaux de thèses sont réalisés au sein de l'entreprise DEC Industrie, située à Allonnes (Sarthe, 72). Depuis plus de 10 ans, DEC Industrie conçoit du matériel pédagogique pour les lycées professionnels et autres centres de formations en France. En 2016, DEC Industrie s'est lancé dans le développement d'applications de réalité virtuelle (RV) pour la formation professionnelle, ainsi que de la réalisation de briques logicielles permettant de réaliser un scénario de RV sans connaissances en programmation via le logiciel Unity3D. Ces applications fonctionnent avec l'Oculus Rift, le HTC VIVE et sur CAVE (Cube immersif multi face).

Le numérique commence à prendre une place de plus en plus importante dans notre vie quotidienne. L'arrivée des smartphones et autres appareils connectés ont fait la promotion du numérique dans plusieurs domaines, notamment la formation. Le Ministère de l'Éducation Nationale commence à considérer plus sérieusement ces nouvelles méthodes, mais ce virage du numérique s'amorce un peu tard, alors que nos voisins européens ont depuis plusieurs années su intégrer le numérique dans les formations. Ce retard Français est pénalisant, car les élèves sont habitués à utiliser le numérique en dehors de l'environnement éducatif, or ce dernier étant pauvre en équipements « High Tech », les élèves ont le sentiment que l'école n'est plus à jour, ce qui entraîne chez certains d'entre eux une perte de motivation pour l'apprentissage. Le numérique dans l'éducation est apparu au travers de salles informatiques et d'équipements de vidéo-projection. Puis plus récemment avec des tablettes dans chaque classe ainsi que l'utilisation de LMS (Learning Management System), tels que Moodle.

La RV est en plein essor depuis 3 ans, grâce aux casques de HTC et Oculus. Ces derniers sont initialement destinés à une utilisation ludique, le jeu vidéo. Cependant, l'immersion peut être utilisée dans d'autres domaines, tels que l'industrie pour les revues de projets, le domaine médical pour la visualisation de données médicales à l'échelle 1:1 ou encore la formation, avec la mise en place de situations de virtuelles destinés à l'apprentissage. Ce nouvel outil est une aubaine pour le système éducatif Français, car outre l'aspect « modernisation », il permet de résoudre des problèmes organisationnels présents dans les différentes offres de formation professionnelles. Chaque diplôme est basé sur un document officiel, appelé « Référentiel de formation ». Ce support décrit les différents savoirs, les compétences et les méthodes d'évaluations. Lorsqu'un diplôme est réformé, cela signifie que le référentiel évolue vers une nouvelle version, plus proche des attentes du monde du travail. Dans certaines formations, il se peut que des compétences soient difficiles à mettre en place en réel sur les plateaux technique. Ces difficultés s'expliquent parfois par les coûts engendrés par les équipements, par la sécurité ou alors par des effectifs d'élèves trop importants.

Grâce à la RV, un apprenant peut être mis dans une situation virtuelle difficilement reproductible en réel. Par exemple, dans la filière de maintenance électrique, on peut demander à un élève de faire une opération dans une armoire électrique sous tension. Ce n'est généralement pas effectué en réel pour des raisons de sécurité, mais en virtuel, cela ne pose pas de problèmes. Autre exemple, sur une ligne de production virtuelle, on peut demander à l'élève de faire des opérations sans prendre le risque d'endommager la ligne, ce qui pourrait engendrer un certain cout pour le lycée en cas de dégradations involontaires, car lorsque l'on apprend, on fait des

erreurs, et ce sont généralement les erreurs qui sont les plus enrichissantes. La RV permet aussi d'accéder aux mêmes situations de formations quel que soit l'Académie dans laquelle se trouve le lycée/centre de formation. Il existe des différences notables de moyens entre les différentes Académies de France. Utiliser la RV permet de garantir une certaine égalité vis-à-vis de la formation. La RV n'est pas un substitut aux méthodes conventionnelles, mais il s'agit d'un complément à l'offre de formation existante.



Ce travail de recherche se divise en plusieurs parties. Dans un premier temps, il y a la partie de conception. Cette dernière est divisée en plusieurs phases, tout d'abord, il faut écrire les différents scénarii (détailler les tâches à réaliser, l'évaluation, le contexte, etc..) et mettre en place les bonnes méthodes de travail. La RV appliquée à la formation professionnelle en France est récente, c'est pourquoi il n'existe pas encore de méthode d'écriture de scénario formalisée. Dès que les différents scénarii sont écrits, on peut passer à la phase 2, la conception informatique. Cette partie regroupe la programmation des interactions avec la modélisation de l'environnement virtuel, de même que la création des briques logicielles. L'application développée pour ces travaux de recherche est un environnement virtuel destiné aux élèves de BAC Professionnel Commerce, on y trouve 6 activités qui s'inscrivent dans le référentiel du diplôme.

Le développement d'applications de RV impose certaines règles, notamment sur l'optimisation, l'ergonomie ou encore sur la lisibilité de la scène virtuelle via les différents moyens de RV disponibles. Ces règles peuvent être assez contraignantes, surtout pour des projets assez conséquent comme celui utilisé pour ces travaux de recherche. L'autre point à ne pas négliger, est la pédagogie, car cela impose de prendre en compte les différences de niveau entre les différents élèves ou encore d'inclure des systèmes d'évaluation automatique des performances des participants (rapports d'évaluation, variables didactiques programmables). Le développeur n'a en plus pas forcément des connaissances dans le domaine sur lequel porte l'application qu'il est en train de programmer. Par exemple, on peut être amené à créer un scénario sur du travail en hauteur ou sur de l'aide à la personne. Sans connaissances sur le sujet de l'application, les différentes interactions seront mal implémentées ce qui aura pour effet de rendre l'application inutile d'un point de vu pédagogique. C'est pourquoi il y a un échange de connaissances à faire entre les équipes techniques et pédagogiques afin de garantir que l'application convienne à tous les utilisateurs. C'est pourquoi la méthode de développement d'une application de RV pour la formation professionnelle diffère ces autres méthodes conventionnelles.

La dernière phase de ces travaux de recherche consiste à évaluer la pertinence de l'utilisation de la RV dans le cadre de la formation professionnelle. Cette évaluation prend plusieurs formes, il y a tout d'abord l'évaluation des outils en eux-mêmes (casques de RV ou CAVE). La jeunesse de la RV commerciale moderne, fait que nous n'avons pas encore le recul suffisant sur l'utilisation de la RV en formation, surtout avec un public jeune (15-18 ans). L'étude de l'utilisation de ces outils dans le cadre de la formation professionnelle va donner lieu à la formalisation de préconisations d'utilisation du matériel afin de garantir un apprentissage dans les meilleures conditions possibles. L'autre évaluation qui est mise en place dans ces travaux consiste à étudier la plus-value de la RV d'un point de vue pédagogique. C'est-à-dire de voir si la RV peut être utilisée dans différents cursus en compléments de l'enseignement conventionnel, voir dans certains cas être certifiant. Des échanges avec les enseignants sont nécessaire afin de pouvoir affiner les méthodes de suivi de la progression de l'élève ainsi que d'améliorer les méthodes d'évaluation de la performance par l'application virtuelle.

Index des doctorants

AZAR, Thérèse	14
BENSAID AMRANI, Nabil.....	10
DEBS, Noëlie	25
DOUARRE, Clément	24
EL SAYED HUSSEIN JOMAA, Mohamad	18
GAC, Pierre	30
GILLARD, Nicolas	19
HANNOUCH, Aziza.....	26
HILAL, Mirvana	11
JAMIN, Antoine.....	28
KOSSONOU YAO TAKY, Alvarez	12
LAI, Aiwèn	21
MJALLAL, Ibrahim	17
MOUNEY Franck.....	16
SAMIEI, Salma.....	22
SOHOIN, Rodrigue.....	6
TIDRIRI, Khaoula	4
TRAON, Christelle.....	9
VERHULST, Eulalie.....	7